



MENGGUGAT MITOS PLTN MURAH

FABBY TUMIWA

APRIL 2015

INSTITUTE FOR **ESSENTIAL** SERVICES REFORM

Mampang Prapatan VIII, Komp. Bappenas No. R-13
Jakarta, 12790
Phone: 021-7992945
Fax: 021-7996160
E-Mail: iesr@iesr.or.id
Web: www.iesr.or.id

MENGGUGAT MITOS PLTN MURAH

FABBY TUMIWA¹

Ringkasan

Dalam berbagai kesempatan, sejumlah pejabat pemerintah menyampaikan bahwa Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) adalah teknologi yang aman, bersih dan murah. Pernyataan ini mirip dengan yang pernah disampaikan para pendukung PLTN sekitar 60 tahun lalu saat teknologi PLTN komersial mulai dikembangkan di AS dan negara-negara barat. Faktanya teknologi PLTN bukanlah teknologi yang murah. Sejarah pembangunan PLTN menunjukkan eskalasi biaya yang tinggi, jauh diatas perkiraan ketika PLTN direncanakan untuk dibangun. Berdasarkan informasi dari berbagai proyek PLTN yang sedang dibangun, biaya konstruksi melonjak 2 sampai 3 kali lipat dibandingkan saat direncanakan pembangunannya. Mahalnya biaya pembangunan PLTN, ditambah dengan resiko yang tinggi menyebabkan harga pembangkitan listriknya lebih mahal dibandingkan dengan pembangkitan listrik lainnya. Publik harus tahu resiko dan konsekuensi keputusan membangun PLTN dengan keterlibatan dalam pengambilan keputusan.

Sangat murah untuk meteran listrik?

Selama lebih dari 60 tahun, para penyokong Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) selalu beralih teknologi ini murah dan aman. Tidak terkecuali di Indonesia, Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) dan para pendukung PLTN lainnya pada berbagai kesempatan menyampaikan harga listrik dari PLTN sangat murah. Saat menjabat sebagai Menristek, Gusti Muhammad Hatta pernah menyatakan jika PLTN dikembangkan, dapat dipastikan harga jual listriknya jauh lebih murah dibandingkan dengan pembangkit listrik yang sudah ada saat ini.² Menteri Ristek pengganti Hatta, Muhammad Nasir malah berseloroh jika dibandingkan pembangkit listrik minyak dan batubara, panas bumi, PLTN paling murah harga listriknya yaitu 3,4 sampai 6 sen dollar per kWh.³

Apa yang disampaikan oleh Menteri Hatta dan Nasir mengikuti pakem argumentasi pendukung pembangunan PLTN. Mantra PLTN “murah, kompetitif, bersih dan aman” merupakan rangkaian kata kunci yang selalu disampaikan ketika keputusan membangun PLTN diperlukan. Pernyataan ini disampaikan untuk mendapatkan dukungan publik dan konsumen listrik. Tapi apakah benar faktanya demikian?

¹ Institute for Essential Services Reform. Email: fabby@iesr.or.id

² Dengan PLTN harga listrik jadi murah meriah, <http://economy.okezone.com/read/2014/10/08/19/1049566/dengan-pltn-harga-listrik-jadi-murah-meriah>

³ Sebelum bangun PLTN kecil di Serpong, Menristek studi banding ke Iran,

<http://sains.kompas.com/read/2015/02/18/21115371/Sebelum.Bangun.PLTN.Kecil.di.Serpong.Menristek.Studi.Banding.ke.Iran>

Sejak awal perkembangan teknologi nuklir untuk aplikasi pembangkit listrik pada tahun 1950an di AS, para pendukung PLTN selalu menggunakan argumentasi yang sama: teknologi PLTN murah dan kompetitif bahkan terhadap pembangkit *fossil fuel* sekalipun. Faktanya setelah lebih dari setengah abad sejak teknologi nuklir dikembangkan sebagai pembangkit listrik komersial, biaya konstruksi masih sangat mahal dibandingkan pilihan teknologi lainnya. Untuk bisa menjadi ekonomis dan kompetitif dengan teknologi pembangkit lainnya, industri nuklir membutuhkan berbagai bentuk subsidi dan insentif pemerintah hampir di seluruh rantai nilai industri ini.

PLTN komersial pertama kali dikembangkan di Amerika Serikat, paska perang dunia kedua. Ditengah-tengah berkecamuknya perang dingin dengan Uni Soviet, pada tahun 1953 Presiden AS, Dwight Eisenhower meluncurkan program “Atom untuk Perdamaian” (*Atom for Peace*). Program ini menjadi tonggak pengembangan teknologi nuklir untuk aplikasi non-militer, salah satunya pembangkitan listrik. Lewis Strauss, *Chairman* Atomic Energy Commission (AEC) Amerika Serikat memproklamasikan bahwa energi nuklir dapat memproduksi listrik yang “*too cheap to meter*” (sangat murah untuk meteran listrik). Pernyataan yang dibuat Lewis pada tahun 1954 ini sesungguhnya ilusi dan jauh dari realitas saat itu, bahkan hingga enam puluh tahun sesudah pernyataan tersebut diucapkan.

Dalam bukunya *Chain Reaction*, Brian Balogh (1991) mengungkapkan secara rinci perdebatan pengembangan PLTN komersial di AS paska perang dunia kedua. Disebutkan bahwa secara ekonomi biaya pengembangan PLTN di AS sesungguhnya tidak murah dan hanya dapat terwujud karena adanya konteks perang dingin, kepentingan politisi, dan adanya pemberian insentif dan subsidi dari pemerintah federal kepada industri nuklir dan perusahaan listrik untuk membangun dan mengoperasikan PLTN..

Reaktor komersial pertama di AS, PLTN Shippingport yang terletak di *Pennsylvania*, dibangun dengan menggunakan dana pemerintah seluruhnya dan dukungan politik tingkat tinggi. PLTN yang beroperasi pertama kali tahun 1957 dan menjual listriknya ke Duquesne Lighting Co., sesungguhnya tidak ekonomis untuk dibangun. Adapun biaya produksi listriknya tidak dapat bersaing dengan pembangkit lainnya di saat itu. Pembangunan PLTN pertama ini terjadi karena didorong oleh motivasi politis AS saat itu yang berambisi menjadi pemimpin pengembangan teknologi nuklir untuk aplikasi non-militer di dunia mengalahkan Rusia dan negara barat lainnya. Selain itu, pembangunan PLTN komersial dipandang sebagai langkah penting untuk pemanfaatan teknologi militer untuk aplikasi komersial, non-militer. Salah satunya teknologi *pressurized water reactor* (PWR), yang dimulai sebagai produk riset teknologi penggerak kapal selam Angkatan Laut AS yang menjadi cikal bakal teknologi PLTN hingga saat ini.

Pembangunan reaktor PLTN generasi pertama di AS tahun 1956 hingga akhir 1960 bisa terlaksana karena adanya insentif dan subsidi langsung dari pemerintah federal yang membuat biaya investasi yang membuat PLTN dapat berkompetisi dengan PLTU batu bara. Terjadinya kenaikan harga batubara di AS dan minyak dunia pada awal 1970, serta penurunan biaya oleh vendor teknologi pembangkit nuklir membuat PLTN menjadi alternatif investasi sejumlah perusahaan listrik di AS yang menyebabkan *booming* pesanan PLTN. Walaupun demikian faktor kelayakan ekonomi, eskalasi biaya konstruksi saat pembangunan sudah berjalan, dan kekuatiran atas keselamatan menyebabkan hanya 25 persen dari 155 reaktor PLTN yang dipesan sepanjang 1970-an yang akhirnya berhasil dibangun. Sisanya dibatalkan atau pembangunannya terhenti di tengah jalan.

Subsidi pemerintah yang selama ini membuat PLTN tetap dibangun di AS. Kajian Nancy Pfund dan Ben Healey (2011) atas subsidi Pemerintah Federal AS untuk sektor energi, menemukan bahwa teknologi PLTN merupakan penerima subsidi terbesar kedua setelah minyak dan gas. Kajian keduanya menemukan pada periode 1947-1999, subsidi untuk industri nuklir mencapai \$ 3,5 milyar per tahun.⁴ Tanpa berbagai subsidi pemerintah baik federal atau negara bagian, tidak bisa dibayangkan ada PLTN komersial di AS layak dibangun.

Oleh karena itu tidak mengherankan jika program pengembangan PLTN di AS sudah dianggap gagal sejak 1980. Majalah Forbes bahkan menyatakan program PLTN sebagai “*largest managerial disaster in business history*.”⁵ Terjadinya kecelakaan PLTN Three Mile Island (TMI) 28 Maret 1979, membuat banyak proyek pembangunan PLTN kemudian dibatalkan. Hal ini masih ditambah dengan melonjaknya biaya pembangunan PLTN di AS sejak 1970-1980 sebesar 1000 persen.⁶ Schlissel dan Biewald (2008) mengungkapkan biaya konstruksi PLTN yang dibangun di AS pada kurun waktu 1966 – 1977 mengalami rata-rata *cost overruns* sebesar 207 persen.

Dalam kondisi deregulasi pasar tenaga listrik di sejumlah negara bagian di AS, PLTN tidak bisa berkompetisi dengan pembangkit lainnya. Baru-baru ini sejumlah perusahaan listrik yang mengoperasikan PLTN di New York, Ohio dan Illinois meminta subsidi ratusan juta dollar kepada regulator untuk membuat PLTN tetap beroperasi. Jika disetujui, konsumen listrik harus membayar tarif listrik extra untuk memberikan subsidi pada PLTN.⁷

Minimnya pembangunan PLTN baru dan penghentian operasi sejumlah PLTN karena alasan keamanan dan eskalasi biaya O&M menyebabkan jumlah PLTN aktif berkurang. Pada pertengahan 2014 hanya tersisa 388 PLTN yang beroperasi di seluruh dunia, 50 unit lebih sedikit dari puncaknya yang terjadi tahun 2002. Data PRIS IAEA menyatakan PLTN yang beroperasi pada awal 2015 adalah 439 unit, termasuk diantaranya 48 PLTN di Jepang yang tidak beroperasi sejak kecelakaan Fukushima tahun 2011. Belum ada kejelasan kapan reaktor-reaktor tersebut akan beroperasi kembali sehingga bisa dikatakan PLTN di Jepang sesungguhnya belum beroperasi.

Porsi pasokan listrik oleh PLTN di seluruh dunia juga berkurang drastis. Lebih banyak PLTN yang ditutup dan berhenti beroperasi, dibandingkan dengan yang dibangun dan beroperasi (tersambung pada jaringan listrik). Pada 2013, PLTN hanya berkontribusi 10,8 persen dari total kapasitas pembangkit di seluruh dunia. Angka ini turun dari 17,6 persen yang terjadi pada puncaknya di tahun 1996.

⁴ *What Would Jefferson Do? The historical role of energy subsidies in Shaping America's energy future*, http://i.bnet.com/blogs/dbl_energy_subsidies_paper.pdf Subsidi energi di AS secara berturut-turut Minyak dan Gas (1918-2009): \$4.86 milyar/thn, Nuklir (1947-1999): \$3,5 milyar/thn, Bahan bakar nabati/Biofuels (1980-2009): \$1,08 milyar/thn, dan energi terbarukan \$0.37 milyar/th.

⁵ “*Nuclear Follies*,” Forbes Magazine, 11 February 1985. Majalah Forbes menyatakan bahwa hingga awal 1980, perusahaan listrik di AS sudah berinvestasi hingga \$125 milyar dan masih akan bertambah menjadi \$140 milyar hingga akhir decade 80-an. PLTN menggerus daya saing industri dan membebani konsumen AS serta perusahaan listrik yang ikut serta dalam program pengembangan PLTN.

⁶ Jaidep, Prabhu, “*Economics of Nuclear Power*,” Swarajya Magazine, <http://swarajyamag.com/economy/the-economics-of-nuclear-power/>

⁷ *Nuclear Power Goes Begging*, Likely at Consumers' Expense, Wall Street Journal, 17 April 2015, diunduh dari: <http://www.wsj.com/articles/nuclear-power-goes-begging-1429789139>

Ketidakpastian keekonomian PLTN

Setelah mengalami kenaikan pesanan, sejak 1975 pesanan (*order*) dan pembangunan PLTN komersial mengalami penurunan drastis. Lembaga keuangan pun sampai enggan membiayai konstruksi PLTN karena resiko-resiko yang dianggap terlalu besar. Sejak pertengahan 1970-an, ratusan proyek PLTN yang sudah direncanakan kemudian dibatalkan atau ditunda karena alasan keamanan dan kekuatiran masyarakat terhadap keamanan reaktor nuklir yang sudah beroperasi. Adapun PLTN yang masih pada fase konstruksi mengalami kelebihan biaya (*cost overruns*) yang besar nilainya (Cooper, 2009).

Situasi ini tidak terjadi di negara berkembang, tetapi justru di negara-negara maju seperti Amerika Serikat, yang notabene menguasai teknologi PLTN generasi terbaru. Terhambatnya pembangunan PLTN di negara-negara maju seperti AS, Prancis, Jerman, dan Inggris selain kekuatiran tentang keamanan, juga karena keekonomian PLTN itu sendiri. Sebuah kajian berjudul *Prospects of Nuclear Power* (2011) ditulis Lucas W. Davis, dan diterbitkan oleh *think tank* ekonomi pemerintah AS, NBER, menyatakan biaya konstruksi PLTN baru di AS sangat mahal dan tidak mungkin dapat kompetitif terhadap pembangkit lainnya. Analisis

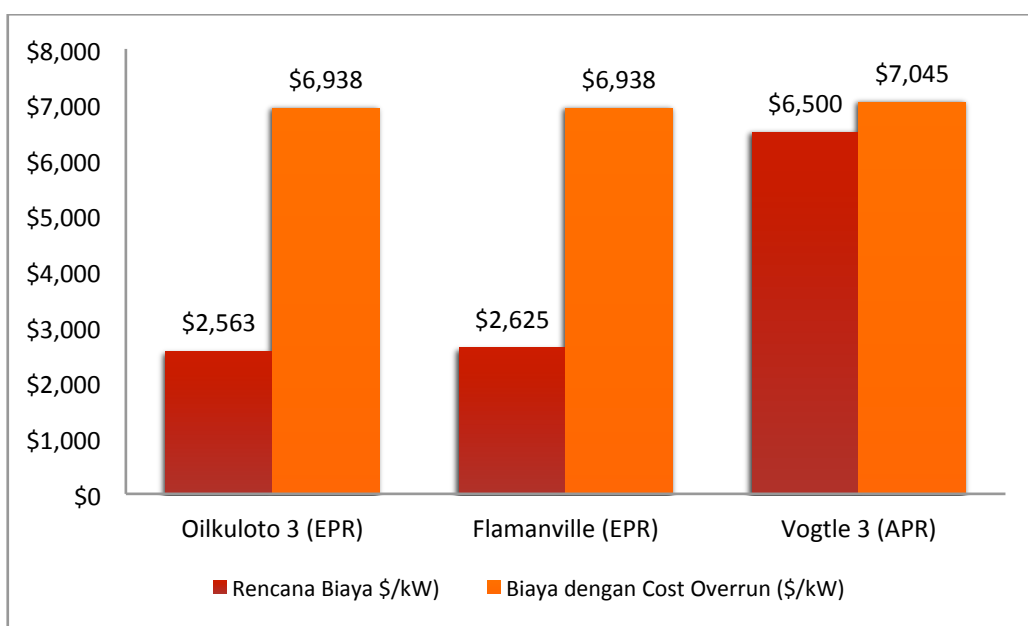
Sejumlah proyek PLTN yang direncanakan dan mulai konstruksi di berbagai belahan dunia sejak dekade lalu menghadapi masalah kelayakan finansial. Pada tahap perencanaan, biasanya sebuah proyek PLTN diperkirakan memerlukan biaya investasi yang rendah. Akan tetapi setelah memasuki tahap perancangan dan konstruksi terjadi eskalasi karena berbagai faktor yang mempengaruhi biaya konstruksi sehingga mengubah keekonomian PLTN. Banyak proyek yang tertunda di tahapan persiapan, bahkan terlambat penyelesaian saat masuk fase konstruksi. Berbagai hal ini menyebabkan eskalasi biaya konstruksi dua hingga tiga kali lipat dari rencana biaya awalnya. Beberapa proyek PLTN yang mengalami keterlambatan konstruksi dan eskalasi biaya justru terjadi di negara-negara yang mapan dengan PLTN.

- PLTN Oilkuloto 3 di Finlandia yang dibangun oleh AREVA dan Siemens mengalami pembengkakan biaya hampir 3 kali lipat, berdasarkan perkiraan sementara karena proyeknya masih belum berakhir. Dengan teknologi *European Pressurized Water Reactor* (EPR) dengan daya 1600 MW yang dikategorikan generasi III+, konstruksinya PLTN Oilkuloto dimulai Mei 2005 dan pada awalnya ditargetkan selesai pada 2009. Diluar perkiraan, berbagai masalah dihadapi selama masa konstruksi yang mengakibatkan penundaan dan keterlambatan pembangunan. Berdasarkan perkembangan ini, diperkirakan PLTN Oilkuloto 3 baru akan beroperasi di tahun 2018, meleset hampir 10 tahun dari rencana semula. Ketika diputuskan dibangun tahun 2003, kontrak antara pemilik PLTN, TVO dan perusahaan pemasok dan pengembang PLT asal Prancis, AREVA disepakati sebesar €3,2 milyar (\$ 4,1 milyar). Dengan adanya keterlambatan ini diperkirakan biaya untuk menyelesaikan PLTN Oilkuloto 3 melonjak menjadi €8,5 (\$11 milyar/IDR 133 triliun). Walaupun demikian nilai akhir *capital cost* baru akan diketahui ketika PLTN selesai dibangun dan mulai beroperasi.
- PLTN Flamanville di Normandy, Prancis, dibangun oleh *Electricite de France* (EdF) juga menghadapi masalah yang sama seperti PLTN Oilkuloto 3. Menggunakan teknologi EPR berdaya 1600 MW, konstruksinya dimulai tahun 2007 dan semula dijadwalkan akan beroperasi 2013. Ketika direncanakan pada tahun 2005, *capital cost*

diperkirakan €3 milyar, tapi saat disepakati pembangunannya pada 2007, *capital cost* sudah naik menjadi €3,3 milyar (\$4.2 milyar). Pembangunan reaktor mengalami berbagai kendala sehingga pada 2011, EdF menyatakan jadwal operasi PLTN mundur menjadi 2016, dan merevisi biaya pembangunan menjadi €8.5 milyar (\$11,1 milyar). Pada November 2014, EdF merevisi kembali jadwal tersebut dan menyatakan operasi PLTN Flamanville baru akan terjadi pada 2017. Keterlambatan ini pasti meningkatkan biaya investasi PLTN ini yang nilai sebenarnya baru akan diketahui setelah PLTN beroperasi penuh.

- PLTN Vogtle unit 3 dan 4 dibangun di Georgia, AS oleh perusahaan listrik *Southern Company*, keduanya menggunakan teknologi AP1000 (1100 MW) yang dikembangkan oleh Westinghouse. PLTN Vogtle unit 3 memulai konstruksi Maret 2012, dan unit 4 pada November 2013. Total investasi kedua reaktor nuklir saat direncanakan adalah \$14,3 milyar. Kedua PLTN pada awalnya direncanakan pada 2016 dan 2017. Pada tahun 2014, *Southern Company* mengumumkan penyelesaian pembangunan kedua PLTN mundur dari jadwal semula dan diperkirakan operasi baru akan terjadi 2019 dan 2020. Perusahaan ini juga mengumumkan kenaikan biaya pembangunan hingga \$1,4 milyar sehingga total biaya kedua PLTN ini menjadi \$15,7 milyar. Kelayakan ekonomi PLTN Vogtle ditentukan oleh subsidi yang diberikan oleh pemerintah AS dalam bentuk jaminan hutang (*loan guarantee*) sebesar \$6.5 milyar yang disahkan pada 2014.

Gambar 1. Perbandingan antara rencana dan realisasi sementara biaya pembangunan proyek PLTN Generasi III+ (dalam \$/kW)



Sumber: Perhitungan penulis berdasarkan data dari berbagai sumber

Selain negara-negara anggota *nuclear club*, sejumlah negara berkembang juga berkeinginan membangun PLTN untuk berbagai alasan. Dalam hal keekonomian dan biaya pembangunan PLTN di negara berkembang, ada kesamaan pola yaitu perbedaan antara perkiraan biaya dan keekonomian ketika perencanaan dilakukan dan keputusan politik

membangun PLTN dibuat dengan saat fase konstruksi PLTN akan dilaksanakan. Dalam perencanaan, biaya pembangunan biasanya dibuat sangat murah tetapi kemudian meningkat dua hingga tiga kali lipat setelah kesepakatan pembangunan dibuat dan rencana konstruksi ditetapkan.

Beberapa contoh ketidakpastian teknologi, biaya investasi dan konstruksi PLTN di sejumlah negara berkembang:

- Pemerintah Bangladesh menandatangani kesepakatan dengan perusahaan Rusia Rosatom untuk membangun 2x1000 MW PLTN di Rooppur yang terletak di distrik Padna, sekitar 200 km dari Dhaka, di tahun 2011. Pada saat keputusan pembangunan dibuat tahun 2007, biayanya diperkirakan \$1.5-3 milyar untuk satu unit 1000 MW reaktor PLTN. Pada mulanya direncanakan konstruksi mulai pada 2013 dan selesai pada 2018. Pada tahun 2014, perhitungan ulang yang dilakukan oleh *Ministry of Science & Technology* menghasilkan biaya pembangunan sebesar \$6 milyar. Untuk harga ini teknologi yang dipakai adalah teknologi Rusia, tipe VVER-1000. Rosatom sendiri memperkirakan biaya PLTN Rooppur diperkirakan mencapai \$10 milyar. Rencana terbaru menunjukkan bahwa konstruksi dimulai 2016 dan selesai 2021. Walaupun demikian masih terdapat kemungkinan waktu konstruksi akan mundur dari jadwal semula, dan paling cepat baru akan dimulai pada 2018.
- Pemerintah Vietnam menandatangani perjanjian dengan perusahaan Rusia, Atomstroyexport untuk pembangunan PLTN Ninh Thuanh-1 pada 2010. Pada mulanya teknologi yang dipilih adalah VVER-1000 dengan kapasitas daya 1000 MW. Awalnya konstruksi diperkirakan akan dimulai pada 2014 dan reaktor beroperasi penuh pada 2020. Pada 2011, kedua pihak menandatangani kesepakatan pendanaan PLTN senilai \$ 9 milyar. Pada 2014, pemerintah Vietnam mengumumkan bahwa konstruksi PLTN Nin Thuanh-1 akan ditunda hingga 2017, sehingga operasinya baru dimulai pada 2023. Tidak terlalu lama, pada September 2014, seorang pejabat tinggi Vietnam mengatakan bahwa rencana konstruksi akan mundur hingga 2020 atau 2022 dalam rangka memastikan keamanan PLTN. Dilaporkan juga bahwa Vietnam telah mengganti pilihan reaktor nuklir menjadi AES-2006/VVER-1200 dengan kapasitas 1200 MW. Belum diketahui nilai biaya investasi PLTN Ninh Thuanh-1 dengan penggantian teknologi ini. Berdasarkan sejumlah kontrak dari proyek PLTN lainnya dalam beberapa tahun terakhir, biaya pembangunan satu unit AES-2006 berkisar \$10 milyar atau lebih. Jika konstruksi dimulai tahun 2020 atau 2022, biaya pembangunan bisa berubah.

Salah satu proyek PLTN dari *newcomer* yang dianggap berhasil adalah PLTN Barakah 1 sampai 4 di Uni Emirat Arab (UEA). Barakah unit 1 mulai konstruksi pada 2012 dan rencananya akan *comissioning* pada 2017 dan ketiga lainnya menyusul satu persatu dengan selang satu tahun. Empat unit PLTN Barakah dibangun oleh konsorsium perusahaan Korea Selatan, yang dipimpin oleh Korean Electric Power Company (KEPCO). Keempat PLTN ini menggunakan teknologi APR 1400. Untuk pembangunan keempat PLTN Barakah, ENEC melakukan *fixed-price contract* senilai \$ 20,4 milyar dengan konsorsium KEPCO untuk berbagai jasa, termasuk desain, EPC, pengisian bahan bakar, pelatihan dan O&M. Khusus untuk pengisian bahan bakar, kontrak ini hanya mencakup pengisian bahan bakar untuk 2 reaktor PLTN pertama.

Keseluruhan biaya empat unit PLTN Barakah diperkirakan lebih dari \$ 30 milyar.⁸ Dengan ini diperkirakan setiap unit reaktor memiliki biaya investasi \$ 7,5 milyar untuk 1 unit PLTN atau \$ 5360/kW. Yang perlu diingat bahwa biaya ini tidak dapat menjadi referensi karena struktur pembiayaan yang unik untuk proyek ini, yaitu menggunakan model *vendor-equity financing*, dimana KEPCO ikut memiliki saham di perusahaan yang mengelola PLTN Barakah, serta dukungan pendanaan dari Pemerintah Korea Selatan, termasuk pemberian pinjaman dengan bunga yang sangat rendah 1,75-2,6 persen, dan jaminan penuh pemerintah untuk berbagai jenis resiko (Kane and Pomper, 2013).

Selain biaya pembangunan yang mahal, mitos bahwa PLTN memiliki biaya operasi yang lebih murah dibandingkan dengan pembangkit listrik konvensional juga tidak sepenuhnya akurat. Di berbagai negara, selama 10 tahun terakhir perusahaan pengelola PLTN menghadapi kenaikan biaya operasi yang cukup signifikan bahkan tidak dapat ditutupi oleh tarif listrik. Menurut laporan *French Court of Account (Cour des Comptes)* tahun 2014, biaya operasi EdF, perusahaan listrik Prancis yang mengelola seluruh PLTN di sana, naik dari \$67,8/MWh pada tahun 2010 menjadi \$81,7/MWh pada tahun 2013, atau sebesar 21%. Perusahaan listrik E.ON menutup salah satu PLTN-nya di Jerman, 7 bulan lebih awal dari seharusnya karena proyeksi pendapatannya tidak dapat menutupi biaya operasi yang naik.

Berbagai operator PLTN di AS dan Swedia juga menghadapi kenaikan biaya operasi PLTN mereka. Salah satu operator PLTN di Canada, *Ontario Power Generation (OPG)* dalam dokumen permohonan persetujuan biaya bahan bakar nuklir kepada regulator menunjukkan kenaikan biaya bahan bakar sebesar 20 persen pada periode 2010-2015.

Bagaimana dengan Indonesia?

Indonesia telah berambisi membangun PLTN sejak akhir 1970an. Sejak jaman Presiden Suharto, PLTN direncanakan dibangun di Ujung Lemah Abang, Jepara, Jawa Tengah pada akhir 1990an. Seiring dengan krisis ekonomi dan runtuhnya rezim Suharto, rencana pembangunan PLTN yang ditentang oleh kelompok masyarakat sipil ini pun tidak berlanjut.

Paska reformasi, keinginan membangun PLTN kembali dilanjutkan dimotori oleh Kementerian Ristek dan BATAN. Mereka berhasil memasukkan rencana pembangunan PLTN kedalam UU No. 7/2007 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang 2005-2025. Sejumlah persiapan dan kajian telah dilakukan untuk mengukuhkan rencana pembangunan PLTN di Indonesia. Walaupun demikian biaya pembangunan PLTN di Indonesia masih jauh dari pasti. Selain itu, penolakan masyarakat terhadap rencana pembangunan PLTN masih cukup tinggi. Salah satu sebabnya adalah tidak terbukanya pemerintah dalam menyampaikan rencana pembangunan PLTN kepada publik dan tidak adanya akses publik terhadap kajian-kajian teknis dan ekonomis yang dilakukan oleh BATAN dan instansi pemerintah lainnya untuk dapat dikaji.

⁸ Uni Emirates Arab raising loans for \$30 billion nuclear power plant program, diambil dari: <http://nuclear-news.net/2012/11/21/united-arab-emirates-raising-loans-for-30-billion-nuclear-power-plant-program/>

Informasi tentang biaya pembangunan PLTN pun bisa dibilang simpang siur. Berbagai instansi pemerintah menyampaikan estimasi yang berbeda dari waktu ke waktu. Kajian yang dilakukan BATAN tahun 2001 memperkirakan biaya investasi senilai \$2 milyar untuk membangun 1000 MW PLTN dengan teknologi yang sudah terbukti. Pada saat itu, teknologi PLTN yang beredar dan beroperasi adalah berbagai tipe PLTN generasi 2 dan 3. Kajian ini sepertinya mengacu pada perhitungan untuk pembangunan PLTN di Muria, Jepara yang dibuat sepuluh tahun sebelumnya.

Studi Kelayakan PLTN yang dibuat antara Medco Energi Intenational dengan produsen listrik asal Korea Selatan, KHNP dan KEPCO, menggunakan asumsi biaya konstruksi sebesar \$3 milyar untuk kapasitas 2 x 1000 MW dengan basis teknologi OPR1000. Berdasarkan nilai tersebut, pada tahun 2008 BATAN menyatakan kebutuhan investasi untuk membangun 6000 MW PLTN sebesar \$8 milyar. Pada waktu itu, BATAN menetapkan rencana pembangunan PLTN (1 unit) akan dimulai ada 2012, dan setiap tahun sesudahnya dan beroperasi pada 2017 sampai 2025.

Dalam sebuah artikel di *Jakarta Post* tanggal 5 Desember 2011, Kepala Penelitian di BATAN mengutip biaya pembangunan PLTN di Vietnam sebesar \$ 2,1 milyar, dengan biaya pembangkitan listrik sebesar \$ 9,66 cent/kWh untuk menjelaskan biaya investasi PLTN di Indonesia. Pada kenyataannya, estimasi capital cost PLTN di Vietnam, yang naik hampir empat hingga lima kali dari perkiraan tersebut.

Sementara itu kajian yang dilakukan oleh PT PLN dengan menggunakan jasa konsultan dari luar negeri pada tahun 2014 menyatakan biaya investasi PLTN sekitar \$6000 per kWh atau \$ 6 milyar untuk satu unit 1000 MW. Informasi studi kelayakan yang dilakukan BATAN tahun 2010-2012 untuk PLTN di Babel menggunakan asumsi *overnight cost* \$3500/kW. Penggunaan *overnight cost* untuk membuat keputusan PLTN kurang begitu tepat karena tidak memperhitungkan biaya-biaya pendanaan (*financing cost*) dan eskalasi biaya proyek.

Pada November 2014, Perusahaan asal Rusia, Rosatom menawarkan PLTN teknologi generasi ke-3++ kepada Indonesia. Diperkirakan biaya biaya investasi untuk 2 unit PLTN dengan total 2400 MW sebesar \$8 milyar atau sekitar \$3350/kW.⁹ Walaupun tidak disebutkan jenis teknologinya, sangat mungkin teknologi yang ditawarkan tersebut adalah VVER-1200/AES-2006, sebagaimana yang direncanakan dipakai oleh Vietnam dan Turki. Kedua negara ini mengalami eskalasi biaya investasi dua sampai tiga kali lipat dari perkiraan biaya konstruksi semula.

Tabel 1. Kompilasi Perkiraan Biaya Konstruksi PLTN di Indonesia

Kajian	Tahun	Biaya (000 \$)	Biaya per unit (S/kW)
BATAN	2001	2.000.000	2.000
KHNP, KEPCO dan MEDCO	2007	3.000.000	3.000
PLN	2014	6.000.000	6.000
Rosatom (Rusia)	2014	8.000.000	3.350 – 5.000

Sumber: kompilasi penulis dari berbagai sumber

⁹ Rusia Tawarkan Kerjasama PLTN diunduh dari <http://ebtke.esdm.go.id/post/2014/11/28/728/rusia-tawarkan-kerjasama-pltn>

Pada 2014 lalu, terungkap bahwa BATAN merencanakan pembangunan PLTN skala kecil yang dikemas dengan sebutan reaktor daya eksperimen (RDE) dengan kapasitas 10-30 MW dengan teknologi *High Temperatur Gas Reactor* (HTGR). RDE rencananya akan dibangun di kawasan Puspitex Serpong yang tendernya dilakukan pada 2017 dan rencana konstruksi pada 2019 dengan nilai investasi 1,6 triliun rupiah. Dasar perhitungan nilai investasi yang disampaikan BATAN tersebut tidak diketahui. Hingga saat ini selain satu reaktor eksperimen untuk kategori *high temperatur reactor* yaitu HTR-10 yang sudah dibangun di Cina dan operasional pada tahun 2007 lalu, belum ada reaktor lain dengan jenis dan ukuran serupa yang beroperasi. Tidak jelas juga apakah rencana biaya tersebut sudah termasuk biaya studi kelayakan, kajian lingkungan dan pengembangan teknologi serta interkoneksi.

Benarkah PLTN murah?

Sejak awal teknologi nuklir dimanfaatkan untuk pembangkitan listrik, keekonomian PLTN ditentukan oleh insentif, subsidi, dan proteksi yang diberikan oleh pemerintah, serta kebijakan untuk mengkomersilkan riset-riset militer untuk aplikasi sipil paska perang dunia ke-2. PLTN bisa berkembang di negara-negara yang sekarang ini masuk dalam *nuclear club* karena didukung oleh konsteks politik global dan regional di setiap masa. Persaingan AS dan Rusia saat perang dingin sejak 1950 hingga akhir 1980an, lonjakan harga minyak dunia (*oil boom*) pada 1972/1973 dan 1978, dan pilihan strategi penyediaan energi bagi negara-negara yang tidak punya sumber daya alam (misalnya: Korea Selatan, Jepang) serta dinamika politik regional serta keinginan mengembangkan senjata nuklir (misalnya, India, Pakistan, Iran).

Maraknya tawaran PLTN oleh para vendor teknologi ke negara-negara baru di Asia dan Timur Tengah yang dimulai sejak awal 2000 sepertinya tidak lepas dari lesunya pasar reaktor nuklir di negara-negara *nuclear club* dan adanya kebutuhan untuk mendapatkan pengembalian investasi atas riset dan pengembangan teknologi PLTN generasi baru yang memakan waktu beberapa dekade. Sejumlah reaktor nuklir generasi 3+ yang saat ini dipasarkan di Eropa, Timur Tengah dan Asia adalah hasil riset sejak 1970an yang didanai oleh pemerintah dan industri nuklir. Sehingga tidaklah heran jika ada semacam relaksasi penjualan teknologi PLTN kepada negara-negara berkembang. Isu proliferasi senjata nuklir tidak lagi menjadi ganjalan untuk menjual teknologi nuklir. Perlakuan negara-negara pemilik teknologi PLTN ini berbeda dulu ketika negara-negara berkembang seperti India, Pakistan, dan Iran mulai mengembangkan PLTN pada dekade 60-an dan 70-an.

Berbagai studi kasus proyek PLTN menunjukkan bahwa PLTN tidak pernah menjadi teknologi yang murah. Biaya investasi yang dibutuhkan untuk setiap unit PLTN sangatlah mahal, empat sampai 5 kali lipat dibandingkan dengan pembangkit batubara yang terbaru, dan masih lebih mahal dibandingkan dengan pembangkit energi terbarukan seperti *photovoltaic* dan angin.

Biaya operasi pembangkit yang diklaim murah dan yang menjadi alasan PLTN kompetitif sesungguhnya tidak selaras dengan realitas. Berbagai perusahaan listrik di seluruh dunia yang mengoperasikan PLTN menghadapi kenaikan biaya operasi karena kenaikan biaya perawatan, bahan bakar, dan peningkatan fitur keamanan yang dituntut oleh regulator. Biaya investasi dan operasi PLTN di sejumlah negara, seperti Cina tidak diketahui secara pasti karena kelangkaan informasi dan kebijakan subsidi pemerintah Cina sehingga tidak diketahui secara pasti apakah PLTN di Cina beroperasi secara efisien dan kompetitif.

Dalam perhitungan keekonomian PLTN, biaya pengolahan limbah, penutupan, pembongkaran, dan penyimpanan limbah secara permanen seringkali tidak masuk dalam perhitungan. Di banyak negara, biaya pengolahan limbah nuklir dan penyimpanan jangka panjang, seringkali ditanggung oleh pemerintah yang tentunya akan membebani anggaran negara. Demikian juga biaya yang diakibatkan oleh kecelakaan nuklir yang ditanggung oleh perusahaan asuransi dan negara, seperti dalam kasus Chernobyl dan Fukushima.

Jika terjadi kecelakaan PLTN maka diperlukan berbagai upaya mulai dari relokasi, dekontaminasi di kawasan PLTN dan kawasan yang tercemar dengan radioaktif, penanganan limbah radioaktif, hingga penutupan PLTN. Penanganan kebocoran zat-zat radioaktif ke lingkungan luar membutuhkan biaya yang sangat besar, terlebih lagi jika kecelakaan yang terjadi termasuk kategori serius sehingga harus dilaksanakan relokasi warga dan penutupan reaktor PLTN secara permanen (*decommissioning*) sebelum waktunya.

Biaya untuk mengatasi kecelakaan nuklir Fukushima diprediksi sebesar \$105 milyar (150 triliun rupiah) termasuk biaya untuk pembersihan radiasi dan kompensasi kepada warga yang terkena dampak. Jumlah ini dua kali lebih banyak dibandingkan dengan estimasi yang dibuat pada akhir 2011, yaitu \$ 47 milyar (60 triliun rupiah). Selain biaya langsung yang dipakai untuk membayar berbagai tindakan untuk melindungi keamanan masyarakat, operator PLTN juga dirugikan secara finansial karena penutupan PLTN sebelum masa operasi berakhir, yang artinya berpengaruh pada pengembalian investasi pembangkit tersebut.

Publik harus terlibat dalam pengambilan keputusan

Dr. Alvin Weinberg, bapak nuklir AS, yang menjadi Direktur Oak Ridge National Laboratory yang menjalankan Manhattan Project¹⁰ menulis di Jurnal Science tahun 1972: *“We nuclear power have made a Faustian Bargain. In other hand we offer – in catalytic nuclear burner – an inexhaustible of energy...But the price that we demand the society for this magical energy source is both vigilance and a longevity of our social institutions that we are quite unaccustomed to...”*

Karena resiko-resiko yang inheren dalam teknologi daya nuklir menjadikan PLTN bukan teknologi yang murah. Merupakan kekeliruan kalau pembuat kebijakan apalagi institusi yang seharusnya menjaga kredibilitas teknologi nuklir di Indonesia bahwa teknologi PLTN murah dan kompetitif melalui perhitungan yang tidak transparan, hanya untuk meyakinkan masyarakat bahwa solusi listrik dari teknologi fisi nuklir layak secara ekonomis.

Sesungguhnya untuk memastikan teknologi ini berjalan baik maka perlu kewaspadaan dan kehati-hatian serta ketahanan/daya tahan untuk dapat terus menerus waspada dan hati-hati. Inilah inti dari pernyataan Weinberg. Dalam prakteknya, penerapan prinsip kehati-hatian, keamanan, serta pembangunan institusi untuk mengawasi PLTN memerlukan biaya yang tidak murah. Belajar dari negara-negara yang telah mengoperasikan PLTN, institusi

¹⁰ *Manhattan Project* adalah proyek pengembangan bom nuklir oleh pemerintah dan militer AS selama Perang Dunia Kedua. Hasil dari proyek ini adalah bom atom yang diatuhkan di Hiroshima dan Nagasaki.

pengawas memainkan peranan kunci dalam memastikan resiko-resiko operasi PLTN dapat dikendalikan, walaupun tidak menjamin operasinya sepenuhnya aman.

Dalam hal pembangunan PLTN untuk mengantisipasi berbagai resiko dan bahaya yang mungkin muncul maka standar yang tinggi harus ditetapkan dan terus menerus dijaga bahkan ditingkatkan dari waktu ke waktu. Pembangunan institusi yang handal dan berintegritas, serta implementasi dan pengawasan standar yang ditetapkan oleh regulator juga memerlukan biaya yang tidak sedikit dan menjadi beban masyarakat karena lazimnya anggarannya berasal dari anggaran pemerintah.

Itulah mengapa perhitungan biaya memiliki PLTN tidak hanya terbatas pada biaya pembangunan reaktor daya listrik, tetapi lebih luas daripada itu, termasuk biaya pengawasan, biaya keamanan lingkungan, biaya pengembangan institusi, biaya penangan dan pengolahan limbah nuklir secara permanen, biaya-biaya yang tersembunyi, misalkan insentif pajak, jaminan pemerintah, biaya promosi atau *public relation*, dsb. Biaya-biaya ini seringkali diabaikan dan tidak menjadi pertimbangan, bahkan cenderung diabaikan pada saat keputusan membangun PLTN dibuat. Biaya pembangunan reaktor, mungkin hanya sebagian kecil dari keseluruhan biaya yang harus ditanggung oleh pengembang PLTN. Biaya-biaya lain, termasuk biaya *decommissioning*, pengolahan dan penyimpanan limbah jangka panjang, dan biaya-biaya jika terjadi kecelakaan atau bencana nuklir akan menjadi tanggungan masyarakat.

Kotak 1. Prinsip-Prinsip Keterlibatan Pemangku Kepentingan dalam Daur Hidup Fasilitas Nuklir

Menurut IAEA (2011) keterlibatan pemangku kepentingan dapat meningkatkan keyakinan publik terhadap teknologi PLTN. Filosofi yang diterima secara luas di masa-masa awal pengembangan PLTN adalah semakin sedikit publik tahu, semakin baik, atau isu PLTN terlalu kompleks untuk dipahami masyarakat umum. Berbagai kecelakaan PLTN diantaranya Three Miles Island (1979) dan Chernobyl (1986) mendemonstrasikan kesalahan pikir tersebut.

IAEA mendorong pemerintah melibatkan berbagai pemangku kepentingan (*stakeholder*)¹ dalam berbagai aspek daur hidup fasilitas PLTN (*life cycle of nuclear facilities*). Prinsip-prinsip melibatkan pemangku kepentingan menurut panduan IAEA ini adalah:

1. Mengedepankan akuntabilitas
2. Mengakui tujuan dari keterlibatan pemangku kepentingan
3. Memahami isu pemangku kepentingan dan keprihatinan sejak awal
4. Membangun kepercayaan
5. Mempraktekan keterbukaan dan transparansi
6. Mengenali peranan yang terus berkembang dan metode untuk melibatkan pemangku kepentingan

Publik harus tahu konsekuensi dari membangun PLTN dan sadar bahwa keputusan mendapatkan energi listrik dari teknologi ini juga memiliki konsekuensi yang besar, sejak PLTN mulai dibangun hingga PLTN berhenti beroperasi. Selain harga listrik yang tidak murah, masyarakat harus siap menanggung biaya penyimpanan limbah nuklir yang berusia ratusan hingga ribuan tahun. biaya keamana. serta biaya untuk mengatasi dampak bencana nuklir jika terjadi.

dan biaya-biaya lainnya. Biaya penyimpanan limbah nuklir secara permanen akan menjadi tanggungan masyarakat dalam bentuk pajak yang lebih besar dan tarif listrik yang lebih mahal.

Selain itu publik harus mengerti bahwa dampak dan konsekuensi dari pilihan membangun PLTN tidak hanya berhenti pada generasi yang menikmati listrik dari energi nuklir tetapi juga generasi-generasi sesudah kita. Itulah mengapa rencana pembangunan PLTN tidak boleh hanya diputuskan oleh segelintir orang dan politisi, tetapi rakyat seluruhnya melalui proses yang transparan, akuntabel, terbuka serta melibatkan partisipasi masyarakat yang terinformasi dengan baik sesuai dengan prinsip-prinsip yang dianjurkan oleh IAEA (lihat kotak 1). Publik menunggu adanya dialog yang terbuka dan konstruktif dengan pemerintah untuk memutuskan apakah Indonesia membutuhkan PLTN.

REFERENSI

Balogh, Brian (1991). *Chain Reaction: Expert debate and public participation in American Nuclear Power 1945-1975*, Cambridge University Press, New York.

Cooper, Mark (2009). *The Economics of Nuclear Reactor: Renaissance or Relapse*, NIRS, diunduh dari: http://www.nirs.org/neconomics/cooperreport_neconomics062009.pdf

Davis, Lucas. W. (2011). *Prospects for Nuclear Power*, NBER Working Paper No. 17674, diunduh dari: <http://www.nber.org/papers/w17674>

IAEA (2011). *Stakeholder Involvement Throughout the Life Cycle of Nuclear Facilities*, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-1.4, Vienna, diunduh dari: http://www.iaea.org/OurWork/ST/NE/Main/st-petersburg-conference/background-materials/data/2_Nuclear_Energy/Nuclear_Infrastructure_Development/Stakeholder_involvement_Throughout_The_Life_Cycle_of_Nuclear_Facilities.pdf

Kane, Chen and Pomper, A. Miles (2013). *Reactor Race: South Korea's Nuclear Success and Challenges*, Korea Economic Institute of America, diunduh dari: http://www.keia.org/sites/default/files/publications/south_koreas_nuclear_export_successes_and_challenges.pdf

Pfund, Nancy dan Healey, Ben (2011). *What Would Jefferson Do? The historical role of energy subsidies in Shaping America's energy future*, DBL Investors, diunduh dari: http://i.bnet.com/blogs/dbl_energy_subsidies_paper.pdf

Prabhu, Jaideep (2014). *The Economics of Nuclear Power*, Swarajya, diunduh dari: <http://swarajyamag.com/economy/the-economics-of-nuclear-power/>

Schlissel, David and Biewald, Bruce (2008). *Nuclear Power Plant Construction Cost*, Synapse Energy Economics, Inc, diunduh dari: http://www.synapse-energy.com/sites/default/files/SynapsePaper.2008-07.0.Nuclear-Plant-Construction-Costs.A0022_0.pdf